






**Method and device for controlling a piezoelectric actuator****Publication number:** CN1349590 (A)**Publication date:** 2002-05-15**Inventor(s):** REISCHL ROLF [DE]; RUEHLE WOLFGANG [DE]; KEIM NORBERT [DE]**Applicant(s):** BOSCH GMBH ROBERT [DE]**Classification:**

- international: *F02M51/00; F02D41/20; F02M51/06; F02M59/46; H01L41/04; H01L41/083; H02N2/00; H02N2/06; F02M63/00; F02M51/00; F02D41/20; F02M51/06; F02M59/00; H01L41/00; H01L41/083; H02N2/00; H02N2/02; F02M63/00; (IPC1-7): F02D41/20*

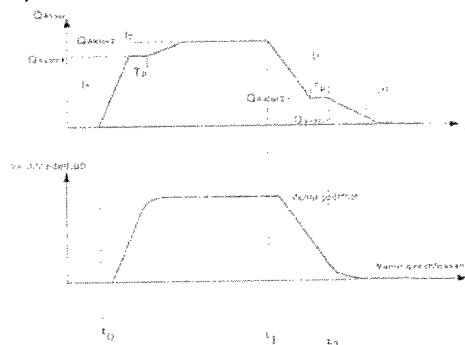
- European: *F02M59/46E2; F02D41/20P; F02M51/06A*

**Application number:** CN20008006976 20000429**Priority number(s):** DE19991021456 19990508**Also published as:** CN1117214 (C) DE19921456 (A1) WO0068558 (A1) EP1179129 (A1) EP1179129 (B1)

Abstract not available for CN 1349590 (A)

Abstract of corresponding document: **DE 19921456 (A1)**

The invention relates to a method and a device which is used to prevent overshooting and rebounding in a high-pressure injection valve that is provided with a piezoelectric actuator. A circuit arrangement for controlling the piezoelectric actuator is configured in such a way that said arrangement first reloads the actuator only over a partial lifting (Qactuator1) with a maximum gradient (I1) and after a pause loads the actuator with another gradient (I2) in order to reach the final lifting (Qactuator2). The rest loading phase (Qactuator1 Tp, dQactuator/dt2, Qactuator2), (Qactuator3 Tp, dQactuator/dt2, Qactuator4) is chosen in such a way that an aperiodic transition is approximated towards the final value for the mechanical system consisting of the actuator, the valve needle and the hydraulic equipment.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00806976. X

[43] 公开日 2002 年 5 月 15 日

[11] 公开号 CN 1349590A

[22] 申请日 2000.4.29 [21] 申请号 00806976. X

[30] 优先权

[32] 1999.5.8 [33] DE [31] 19921456.5

[86] 国际申请 PCT/DE00/01360 2000.4.29

[87] 国际公布 WO00/68558 德 2000.11.16

[85] 进入国家阶段日期 2001.10.30

[71] 申请人 罗伯特·博施有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 罗尔夫·赖施尔 沃尔夫冈·吕勒

诺贝特·凯姆

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

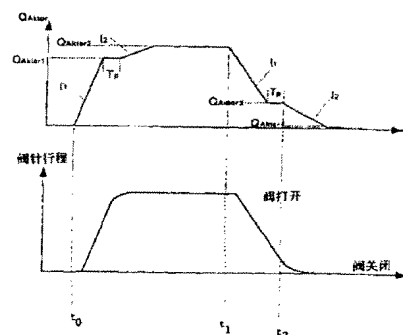
代理人 曾立

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 2 页

[54] 发明名称 用于控制压电执行元件的方法及装置

[57] 摘要

本发明涉及装有压电执行元件的高压喷油阀的过冲及抖动的避免方法及装置。一种用于控制压电执行元件的电路装置是这样设计的,即开始用最大的斜率( $I_1$ )在第一部分行程( $Q_{Aktor1}$ )上对压电执行元件充电,及在一个休止后,用另一斜率( $I_2$ )充电以达到最后行程( $Q_{Aktor2}$ )。其中这样地选择其余的充电阶段( $Q_{Aktor1} T_P$ ,  $dQ_{Aktor}/dt_2$ ,  $Q_{Aktor2}$ ), ( $Q_{Aktor3} T_P$ ,  $dQ_{Aktor}/dt_2$ ,  $Q_{Aktor4}$ ), 以便对于由执行元件—阀针—液压系统组成的机械系统近似地得到对终值的非周期过渡。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

## 权 利 要 求 书

---

1. 用于控制一种用在喷油阀、尤其是机动车喷油系统的高压喷油针阀中的压电执行元件的方法，其中为了打开及关闭阀使用在多个时间间隔中对所述压电执行元件充电或放电的控制电路，其特征在于：

在阀打开及关闭时，对压电执行元件开始用最大的斜率 ( $I_1 = dQ_{Aktor}/dt_1$ ) 充电到第一部分电荷 ( $Q_{Aktor1}$ )，

在接着的休止 ( $T_p$ ) 后，在相同方向上以第二部分电荷充电到最后行程 ( $Q_{Aktor2}$ )，其中用于第二部分电荷的充电斜率 ( $I_2 = dQ_{Aktor}/dt_1$ ) 小于第一部分行程的最大斜率 ( $I_1$ )，这样，在阀打开或关闭时不出现过冲，及

这样地选择其余的充电阶段 ( $Q_{Aktor1}$   $T_p$ ,  $dQ_{Aktor}/dt_2$ ,  $Q_{Aktor2}$ )，( $Q_{Aktor3}$   $T_p$ ,  $dQ_{Aktor}/dt_2$ ,  $Q_{Aktor4}$ )，以便对于机械系统（执行元件，阀元件，液压系统）近似地得到对终值的非周期过渡。

2. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于：这样地选择对应于最大斜率的电流强度 ( $I_1$ )，以致不会达到与冲击相关的电流 ( $I_2$ )。

3. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于：对于打开及关闭阀分别不同地选择休止间隔 ( $T_p$ )。

4. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于：休止间隔 ( $T_p$ ) 在极限情况下为零。

5. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于：求出执行元件-阀元件-液压系统的机械振动特性，并且使产生执行元件行程的量及斜率与根据所述机械振动特性求得的系统参数相适配。

6. 用于实施根据权利要求 1 至 5 中一项的方法的电路装置，其特

01.10.30

征在于：这样地设计用于机动车喷油系统的喷油阀的压电执行元件未级的控制电路，以使得可根据系统、执行元件-阀元件-液压系统的机械振动特性，施加及适配用于打开及关闭阀由压电执行元件施加的部分行程（ $Q_{Aktor1}$ ， $Q_{Aktor2}$ ， $Q_{Aktor3}$  及  $Q_{Aktor4}$ ），相应于斜率的电流强度（ $I_1=dQ_{Aktor}/dt_1$  及  $I_2=dQ_{Aktor}/dt_2$ ）及休止时间间隔（ $T_p$ ）。

01.10.30

## 说明书

---

### 用于控制压电执行元件的方法及装置

#### 现有技术

本发明涉及用于控制一种压电执行元件的方法，该压电执行元件尤其使用在机动车喷油系统的高压喷油阀中，及涉及用于实施该方法的电路装置。

这种类型的方法已由 DE 197 33 560 A1 公知。

压电执行元件可特别有利地作为机动车中喷油阀的执行元件使用，因为它具有公知的特性，即根据施加于其上的电压产生收缩或伸长。在如机动车中这种喷油阀进行快速或频繁运动时，该优点尤其突出。通常，压电元件是电容性用电器，它根据相应的充电状态或对它调节或施加的电压产生收缩或伸长。

在装有压电执行元件的喷油阀中，尤其当出现随时间变化的充电及放电速度时，可引起或多或少很明显的振荡过程。

在上述 DE197 33 560 A1 中所描述的压电执行元件中，一个设在其充电电流回路中的开关或一个设在放电电流回路中的开关在充电或放电期间被这样重复操作，即压电致动元件通过预定的平均充电或放电电流被置于一个预定的电压上。在此情况下通过相应开关的重复开及关执行一定节拍的充电及放电。

在最近开发的用于机动车中汽油直接喷射的装有压电执行元件的高压喷油阀中，在短的喷射时间上通过阀的打开时间应该保证喷油量的很好重复性及线性度（以下缩称为 DFR）。但这里的问题是，这种高压喷油阀的打开时间愈短，在打开时由于强烈加速的阀针的过冲使 DFR 变得愈差。此外该振动将引起被冲击机件磨损的增大。

相反地，在快速高压喷油阀关闭时阀针将在阀座上弹回，这也使 DFR 变差及使阀针和阀座产生不必要的磨损。

在磁驱动的高压喷油阀中将通过机械结构来解决振荡阻尼，消除抖动及防止磨损。

在附图 1 中以两个时间曲线图的形式表示出在装有压电执行元件的公知高压喷油阀上的时间过程图。

上方的时间曲线图表示：为了打开阀，公知的压电执行元件从时刻  $t_0$  开始用与曲线斜率相应的电流强度  $I_1$  充电到单值的电荷（行程） $Q_{Aktor1}$ 。其中在  $Q_{Aktor1}$  的充电过程结束时出现一个强的过冲，如在图 1 下部分中用 A 所表示的，由此在阀打开状态中引起阀针的振动。在确定的阀打开时间后为了关闭高压喷油阀该压电执行元件在相反方向上以负斜率  $I_1$  反向充电相同的电荷（行程） $Q_{Aktor1}$ 。该阀突然关闭，由此引起了阀针在阀座上的弹回（B）。

### 本发明的任务及优点

本发明的任务是，实现用于控制压电执行元件的一种方法及控制装置，该压电执行元件尤其可用在机动车喷油系统的高压喷油针阀中，其中可达到振荡阻尼，以避免阀打开时的过冲及由此避免对 DFR 的不良影响及磨损，此外可达到喷油阀的软闭合，以避免阀元件在阀座上的弹回（抖动）及随之而来的磨损。

该任务将根据权利要求的方案来解决。

本发明利用压电执行元件与时间有关的力 - 行程控制的可能性，因为这种压电执行元件的力及行程随着施加的电荷线性地上升。

根据本发明在阀打开及闭合时该执行元件仅在部分行程上以最大斜率  $I_1$  充电。在一个休止后，在另一部分行程上以另一斜率  $I_2$  充电到最后行程，该斜率小于第一最大斜率  $I_1$ 。

其余的充电阶段这样地选择，以便对于机械系统、即执行元件-阀针-液压系统近似地得到对终值的非周期过渡。

为了实施该控制方法这样地设计用于执行元件末级的控制电路，以使得可根据执行元件-阀针-液压系统的机械振动特性施加及适配部分行程，斜率  $I_1$  及  $I_2$  及休止时间间隔。

通过使用上述阻尼振动的电控制装置可避免使用高成本的机械阻尼措施。

本发明的另一优点在于，在工作中当可测量的系统参数（如一个蓄压管喷油系统的蓄压管（Rail）中的压力）改变时，振动阻尼的特征值可被适配，其方式是在工作中由末级中的控制电路施加给压电执行元件以打开及关闭阀的电流强度及其持续时间可以被改变。

下面将借助附图以装有压电执行元件的高压喷油阀的例子来描述根据本发明控制方法的优选实施例。但应指出，根据本发明的控制方法不仅可用于使用于高压喷油阀中的压电执行元件的控制中，而且可普遍地用于压电执行元件的快速及可靠的转换。

#### 附图说明

图 1：以两个时间曲线图的形式表示出一个高压喷油阀在打开及关闭时的已描述的时间过程图，其中具有过冲及在阀座上的抖动，及在此情况下的压电执行元件的偏移。

图 2：也以两个时间曲线图的形式表示用根据本发明的方法控制装在高压喷油阀中的压电执行元件所实现的特性及与此相关的无过冲及抖动的阀行程。

图 3：表示为了实施该方法所实现的电路装置，即具有执行元件末级的控制电路。

图 4：表示流过压电执行元件的实际电流与图 2 上部分所示时间

曲线图之间的关系。

### 实施例说明

在图 2 的上半部分中以时间曲线图的形式表示在对例如用于机动车喷油系统的高压喷油阀中的压电执行元件控制时与本发明方法相应的功能。

从时刻  $t_0$  开始, 执行元件(未示出)仅在部分行程  $Q_{Aktor1}$  上以最大斜率  $I_1 = dQ_{Aktor}/dt_1$  充电。然后该执行元件的行程及力对应于所施加的电荷  $Q_{Aktor1}$ 。在一个时间间隔  $T_p$  的休止后, 对于阀的最后打开以较小的充电斜率  $I_2 = dQ_{Aktor}/dt_2$  充电一直进行到最终行程  $Q_{Aktor2}$ , 在这里阀打开。

在一定的时间后, 即在时刻  $t_1$  上开始首先以相应于电流强度的斜率  $I_1$  反向充电到行程  $Q_{Aktor3}$  以使阀关闭, 然后进行时间间隔  $T_p$  的休止, 及在休止  $T_p$  结束时的时刻  $t_2$  上开始以较小斜率  $I_2$  进行到达  $Q_{Aktor4}$  的最后反向充电, 直到阀关闭。

然后这样地选择其余的充电阶段 ( $Q_{Aktor1} T_p, dQ_{Aktor}/dt_2, Q_{Aktor2}$ ), ( $Q_{Aktor3} T_p, dQ_{Aktor}/dt_2, Q_{Aktor4}$ ), 以便对于机械系统: 执行元件-阀针-液压系统近似地得到对终值的非周期过渡, 如在图 2 下部分中所示的用于达到的阀针行程的时间曲线图中所说明的。

为了实现该方法, 根据本发明这样地设计了在图 3 中以电路框图表示的电路装置、即用于执行元件末级的控制电路, 以使得可根据系统: 执行元件-阀针-液压系统的机械振动特性施加及适配行程  $Q_{Aktor1}$  及  $Q_{Aktor2}$ , 相应于斜率的电流强度  $I_1 = dQ_{Aktor}/dt_1$  及  $I_2 = dQ_{Aktor}/dt_2$  及休止时间间隔  $T_p$ 。

在与压电执行元件串联的测量电阻  $R_{mess}$  上被测量的实际电流值及在电压测量分压器上降落的实际电压值将分别在两点式调节器中



01.10.30

与由一个微计算机 $\mu C$  求得的额定值相比较，及将由此得到的差值信号传送到一个末级逻辑电路，后者确定出根据本发明的充电时间及将相应的信号传送到末级的驱动机构。

图 4 表示：用本发明的方法所实现的流过压电执行元件的实际电流与图 2 上部分中所示的通过斜率  $I_1$ ， $I_2$  表示额定电流的时间曲线的对照。

# 说明书附图

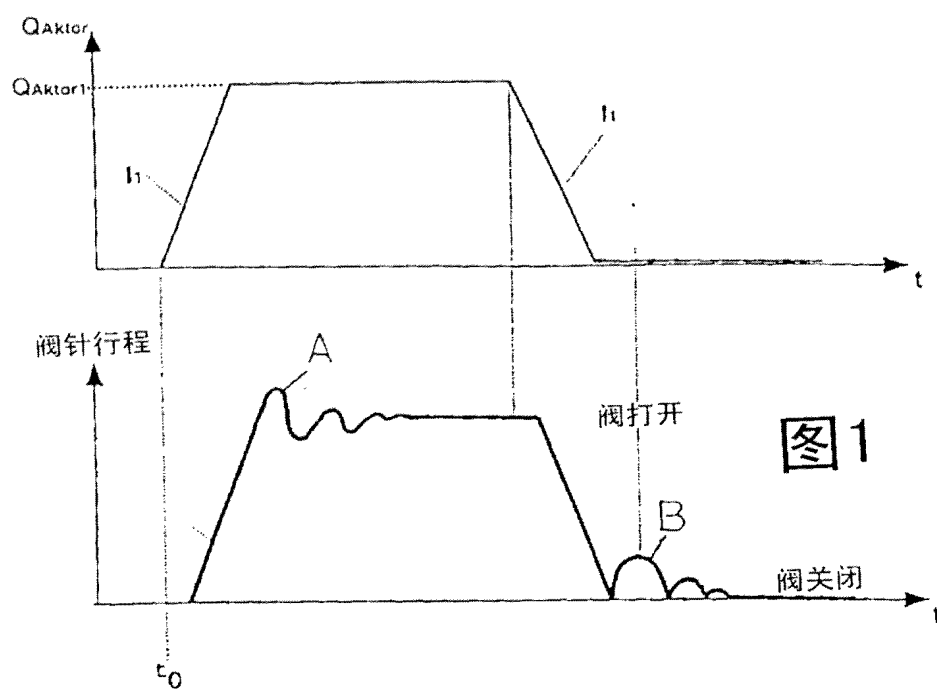


图1

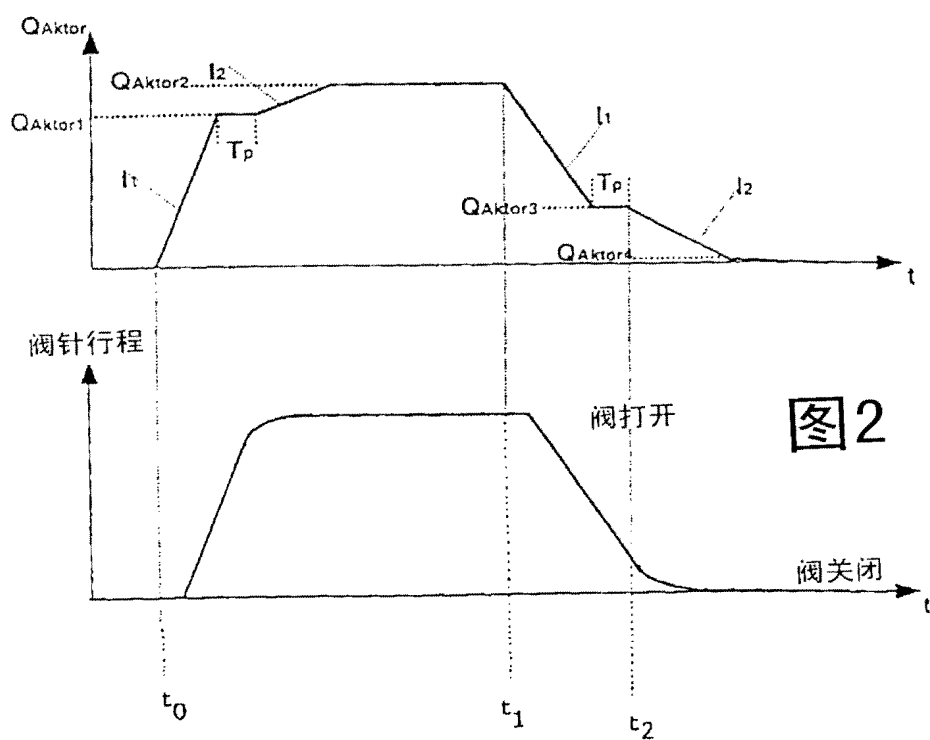


图2

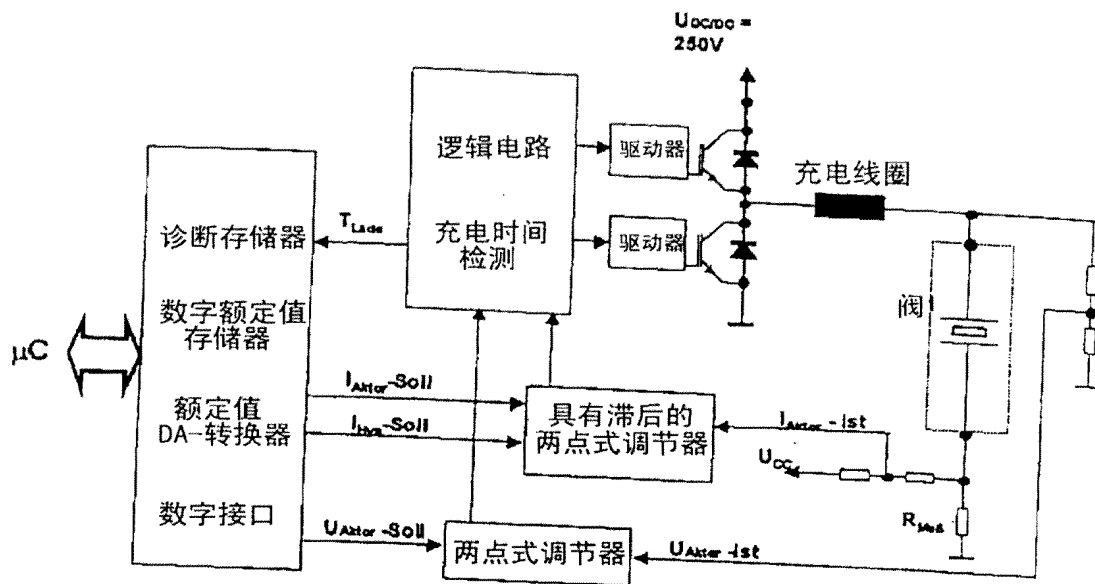


图3

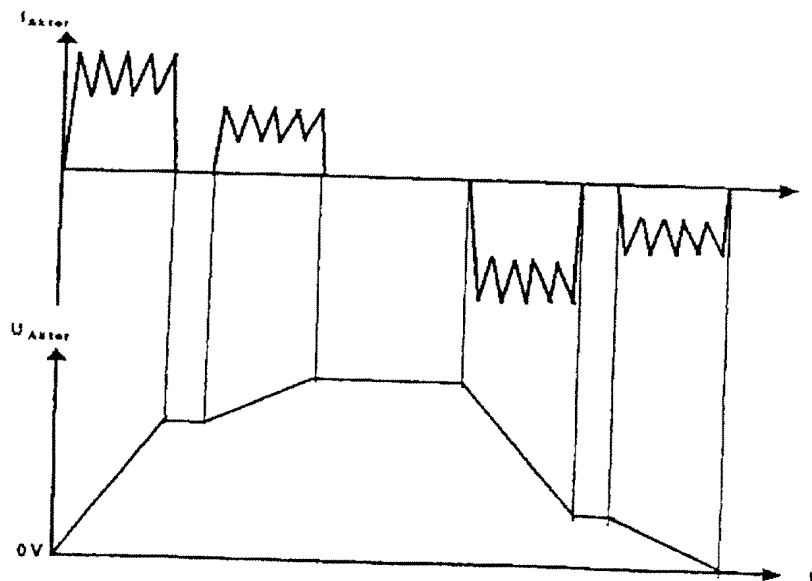


图4